

University of Groningen

Broom in het bad

Dam, S.; Van Gulik, A.

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1997

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Dam, S., & Van Gulik, A. (1997). *Broom in het bad: Bromaat en organische broomverbindingen bij de desinfectie van zwem- en drinkwater.*

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

The publication may also be distributed here under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license. More information can be found on the University of Groningen website: <https://www.rug.nl/library/open-access/self-archiving-pure/taverne-amendment>.

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting C 80: Broom in het bad: Broomaat en organische broomverbindingen bij de desinfectie van zwem- en drinkwater, S. Dam, A. van Gulik (1997)

In het badwater van een kuurbad in de provincie Groningen, dat gebruik maakt van zout bronwater, worden hoge concentraties bromaat en organische broomverbindingen aangetroffen. Deze stoffen komen niet van nature in het bronwater voor; waarschijnlijk worden ze gevormd bij de desinfectie en oxidatie van het water met behulp van chloorbleekloog. De Dienst Zuiveringsbeheer van de provincie vroeg de Chemiewinkel een (literatuur)onderzoek te doen naar de oorzaken en de gezondheidsrisico's van deze stoffen in het badwater en de mogelijkheden om de concentraties tot aanvaardbare waarden te beperken.

Broomaat staat recent sterk in de belangstelling, omdat deze kankerverwekkende stof wordt gevormd bij de (experimentele) behandeling van drinkwater met behulp van ozon. Deze methode wordt ontwikkeld omdat een krachtig desinfectie- en oxidatiemiddel nodig is voor de productie van drinkwater uit oppervlaktewater. (Verdroging van drinkwaterwingebieden noopt tot omschakeling van grondwater naar oppervlaktewater als bron voor drinkwater.) Oxidatie van bromide, dat in lage concentraties in zoet water voorkomt, door ozon leidt tot vorming van bromaat in concentraties van 10 tot 100 µg/l. Ook bij chlorering wordt bromaat in het drinkwater aangetroffen, zij het in lagere concentraties (tot 15 µg/l).

Broomaat is kankerverwekkend. De voorlopige norm voor drinkwater bedraagt 5 µg/l en zal waarschijnlijk worden verlaagd naar 0,5 µg/l, wanneer de analysetechnieken voldoende zijn ontwikkeld om deze concentratie te kunnen bepalen. De detectiegrens bedraagt nu ca. 2 µg/l. De toekomst van ozonisering van drinkwater staat of valt dus met de mogelijkheden om bromaat te voorkómen of te verwijderen.

Het bromaatgehalte in het badwater van het Groningse kuurbad (760 µg/l) is hoog ten opzichte van de gehalten die worden aangetroffen bij de chlorering of de ozonisering van drinkwater. De concentratie is in dezelfde orde van grootte als de concentraties die gevonden worden bij de chlorering van zeewater.

Factoren die een rol kunnen spelen in de vorming van dit relatief hoge gehalte bromaat zijn:

- de relatief hoge concentratie bromide in het ruwe water (28 mg/l t.o.v. ca. 100 µg/l in ruw drinkwater)
- de mogelijk relatief hoge dosis chloorbleekloog voor de oxidatie/desinfectie van het zwemwater
- de mogelijke bromaatvervuiling in het toegepaste chloor- bleekloog. In de praktijk worden concentraties tot 400 mg/l gevonden
- de intensiteit van de belichting (zonlicht) en de temperatuur van het water

Het bromaatgehalte in het badwater is hoog ten opzichte van de norm voor bromaat in drinkwater (tijdelijk 5 µg/l), die is vastgesteld op grond van de kankerverwekkende

eigenschappen van bromaat (risico 10^{-5}). Blootstelling aan bromaat in zwembad vindt alleen via inslikken plaats. Op grond van de verwachte maximale opname door zwemmers heeft het RIVM een richtwaarde afgeleid van 120 µg/l bromaat voor zwembad (risico 10^{-6}).

Het bromoformgehalte in het badwater is tamelijk hoog ten opzichte van de gehalten in gechloreerd drinkwater. Ook hier speelt het bromidegehalte in het bronwater een rol, evenals de chloordosering en mogelijk de concentratie organische stoffen in het bad, voornamelijk afkomstig van de baders. Het bromoformgehalte is vergelijkbaar met de gehalten in zwembaden die met behulp van hypobromiet worden gedesinfecteerd, en met de gehalten in gechloreerd zeewater. Het bromoformgehalte is tevens vergelijkbaar met de hoge concentratie chloroform die in sterk gechloreerd zwembad (m.n. in de USA) wordt aangetroffen.

Bromoform wordt behalve door inslikken ook via inademing van dampen en mogelijk via de huid opgenomen. In vergelijking tot chloroform (in communale overdekte baden) is het risico van de opname van bromoform voor zwemmers waarschijnlijk gering. Er zijn geen normen voor bromoform in zwembad of badlucht beschikbaar. Een indicatief rekenvoorbeeld laat zien dat het risico ongeveer 1% bedraagt van dat van consumptie van drinkwater met bromoformconcentratie volgens de (WHO)norm.

Voorkómen of verwijderen? Het is gewenst de concentraties broomverbindingen in het badwater te verminderen. Vermindering van de concentratie bromaat verdient daarbij prioriteit. Om aan de gestelde richtwaarde te voldoen dient de concentratie met een factor 6 te worden gereduceerd (van 760 naar 120 µg/l).

Mogelijkheden om de concentraties broomverbindingen in het badwater te verminderen kunnen zowel gezocht worden in het voorkomen van de vorming van broomverbindingen als in de zuivering van het water. De vorming van broomverbindingen kan worden voorkomen door verwijdering van de grondstof bromide uit het ruwe water. Deze verwijdering is mogelijk via membraantechnieken, bijvoorbeeld hyperfiltratie. Deze technieken zijn echter niet selectief: ook andere één- en tweewaardige ionen worden verwijderd. Het kuurbad schrijft een heilzame werking toe aan de aanwezigheid van zouten in het water. De toepassing van niet-selectieve technieken is om die reden geen geschikte optie.

De vorming van broomverbindingen kan waarschijnlijk gedeeltelijk worden voorkomen door aanpassing van de condities van het zuiveringsproces dat in het kuurbad wordt toegepast. De concentratie vrij broom, die wordt gehandhaafd voor de desinfectie en oxidatie van het badwater (3 mg/l) is hoog ten opzichte van de gebruikelijke concentratie (0,7 mg/l, Frankrijk). Mogelijk kan de dosering chloorbleekloog (waaruit vrij broom wordt gevormd) worden verlaagd.

In commercieel chloorbleekloog komt bromaat voor in concentraties tot ca. 400 mg/l. Dit is een mogelijke bron van bromaat in het kuurbad. Het verdient aanbeveling de concentratie bromaat in het toegepaste chloorbleekloog te onderzoeken.

Een andere strategie om de vorming van broomverbindingen te voorkomen is de keuze van een alternatieve methode voor oxidatie en desinfectie van het zwembad. De meest

veelbelovende optie voor een alternatieve oxidatie- en desinfectietechniek is de toepassing van ultraviolet licht (eventueel in combinatie met waterstofperoxide of ozon). Via een geschikte combinatie van golflengtes kunnen zowel micro-organismen worden vernietigd (ca. 254 nm) als chlooramines en organische stoffen worden afgebroken (ca. 300 nm). Mogelijk is een aanvullend oxidatie- en desinfectiemiddel in het badwater nodig; mogelijk hebben de aanwezige zouten een voldoende desinfecterende werking. Voorwaarde voor effectieve UV-technieken is verwijdering van (vertroebende) deeltjes.

De mogelijkheden van alternatieve chloorproducten zijn beperkt. Gasvormig chloor en chloordioxide brengen risico's van opslag en transport met zich. De productie van chloor-in-situ heeft dit nadeel niet; evenals bij de industriële productie van chloor wordt echter bij de productie van chloor-in-situ bromaat gevormd. Het is onduidelijk of deze vorming voldoende kan worden onderdrukt. De toepassing van ozon betekent waarschijnlijk een verhoging van de productie van bromaat. De toepassing van (gestabiliseerde) peroxides is nog geen bewezen techniek.

De mogelijkheden tot verwijdering van broomverbindingen uit het badwater door aanvullende zuivering zijn beperkt. Hyperfiltratie van bromaat is mogelijk, maar verwijdert ook andere (gewenste) ionen. De noodzakelijke procescondities voor biologische reductie van bromaat en voor reductie aan actieve kool maken deze technieken (nog) niet geschikt voor waterzuivering. Chemische reductie door metaalkatalysatoren of ijzer(II) vormen nog geen bewezen techniek. De bijdrage van ijzer(II) is echter wel interessant omdat het bronwater ijzer(II) bevat, dat vanwege de bruinkleuring van het water wordt verwijderd.

Bromaat kan door toepassing van UV-licht van lage golflengte (ca. 195 nm) grotendeels worden afgebroken. Deze techniek wordt (nog) niet in de praktijk toegepast, maar vormt een mogelijke optie in combinatie met oxidatie en desinfectie door UV-licht van hogere golflengtes.

De opties die voor nader (praktijk)onderzoek kunnen worden aanbevolen zijn dus:

- verlaging van de dosis chloorbleekloog
- controle van verontreiniging van het chloorbleekloog door bromaat
- desinfectie en oxidatie van het water via UV-licht
- eventueel aanvullende verwijdering van bromaat via UV-licht